

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-288959

(43)Date of publication of application : 04.10.2002

(51)Int.Cl.

G11B 21/21

G11B 5/60

(21)Application number : 2001-089476

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.03.2001

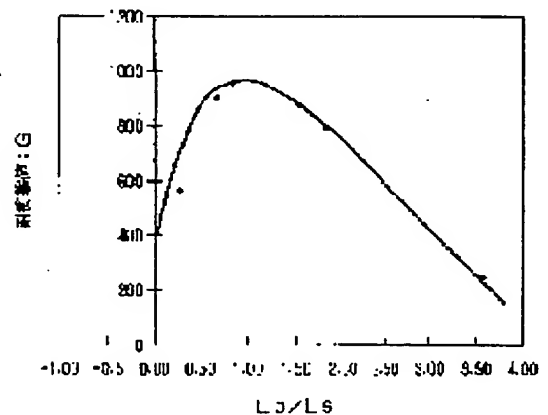
(72)Inventor : UENO YOSHIHIRO
DEN SHISEI
INAGAKI TATSUHIKO

(54) HEAD SLIDER, HEAD SUPPORTING PART, AND DISK RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a head slider with excellent impact resistance by constituting a disk device so that the head slider is rotated in the pitch direction when impact force acts on the disk device from the outside, and to provide a head supporting part and the disk device using the slider.

SOLUTION: In the disk device, a medium counter surface confronted to a disk is formed so that rotation of the head slider is generated in the pitch direction at a state that a positive pitch angle is held by defining a position with prescribed distance from a position of a point of action of load force to energize the head slider in the disk direction outside an air outflow end part of the head slider when the impact force acts on the head slider from the outside as a fixed point, a value of ≥ 750 G is obtained as an impact resistance value by forming the shape of the surface to face the medium in which a ratio between distance L_0 of the fixed point and length L_s of the head slider becomes as range from 0.5 to 2 and the large capacity, small-sized and thin disk device is made possible to be mounted on a portable device.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.03.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

This Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-288959

(P2002-288959A)

(43) 公開日 平成14年10月4日 (2002.10.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 1 1 B 21/21		G 1 1 B 21/21	D 5 D 0 4 2
	1 0 1		1 0 1 Q 5 D 0 5 9
5/60		5/60	Z

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-89476(P2001-89476)

(22) 出願日 平成13年3月27日 (2001.3.27)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 上野 善弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 デン 志生

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

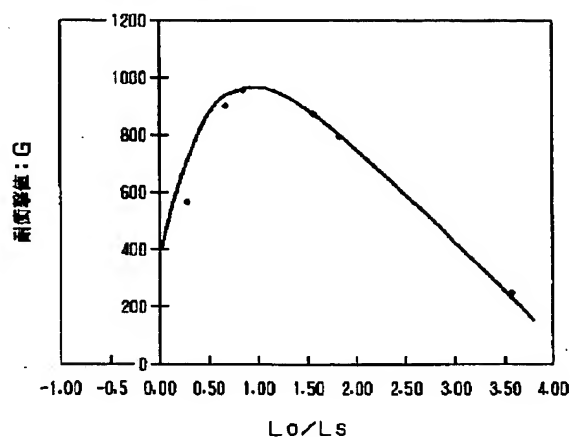
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヘッドスライダおよびヘッド支持部並びにディスク記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 ディスク装置に外部から衝撃力が作用したときにヘッドスライダがピッチ方向に回転するようにして耐衝撃性に優れたヘッドスライダと、これを用いたヘッド支持部並びにディスク装置を提供する。

【解決手段】 ヘッドスライダに外部から衝撃力が作用したときにヘッドスライダの空気流出端部より外方で、ヘッドスライダをディスク方向に付勢する負荷力の作用点位置から所定の距離を有する位置を不動点として、ヘッドスライダが正のピッチ角度を保持した状態でピッチ方向に回転を生じせしめるようにディスクと対向する媒体対向面を形成した構成であり、この不動点の距離 L_o とヘッドスライダの長さ L_s との比が0.5から2の範囲となるような媒体対向面形状とすることで耐衝撃値として750G以上が得られ、大容量で小型・薄形のディスク装置を携帯機器に搭載することが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録と再生の少なくとも一方を行う情報変換素子を有するとともに、ディスク状記録媒体と対向し、前記ディスク状記録媒体が回転することにより生ずる空気動圧と、前記ディスク状記録媒体方向に付勢するような負荷力とを受けて、前記ディスク状記録媒体表面で浮上して前記情報変換素子により記録再生を行うヘッドスライダにおいて、前記ヘッドスライダに外部から衝撃力が作用したときに、前記ヘッドスライダの空気流出端部より外方で、前記ヘッドスライダを前記ディスク状記録媒体方向に付勢する負荷力の作用点位置から所定の距離を有する位置を不動点としてピッチ方向に回転するように前記ディスク状記録媒体と対向する媒体対向面を構成したことを特徴とするヘッドスライダ。

【請求項 2】 前記不動点までの距離を L_o とし、ヘッドスライダの空気流方向の長さを L_s としたとき、 $0.5 < L_o / L_s \leq 2$ となる前記ヘッドスライダの媒体対向面形状としたことを特徴とする請求項 1 に記載のヘッドスライダ。

【請求項 3】 前記不動点は、ヘッドスライダの媒体対向面とディスク状記録媒体との間で生ずる空気膜の回転剛性および垂直方向の変位に対する回転方向の剛性との比で求めることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のヘッドスライダ。

【請求項 4】 前記媒体対向面に設けられた正圧発生部は、ヘッドスライダの空気流入端部から所定位置に空気流方向に対して直交するように形成された第 1 の正圧発生部と、前記ヘッドスライダの空気流方向に対して直角な幅方向の中央部で、空気流出端部から所定位置に形成された第 2 の正圧発生部とを備え、負圧発生部は、前記第 1 の正圧発生部と前記第 2 の正圧発生部の中間であって、負圧力中心が前記ヘッドスライダをディスク状記録媒体方向に付勢する負荷力の作用点位置より空気流出側に位置するように形成されたことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれかに記載のヘッドスライダ。

【請求項 5】 前記第 1 の正圧発生部と接続するようにヘッドスライダの幅方向の両側にサイドレールを設けたことを特徴とする請求項 4 に記載のヘッドスライダ。

【請求項 6】 前記正圧発生部の表面を基準として、前記正圧発生部の表面より低く、前記負圧発生部の表面よりも高い中段面でほぼ囲まれた領域に前記負圧発生部が設けられていることを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載のヘッドスライダ。

【請求項 7】 前記ヘッドスライダをディスク状記録媒体方向に付勢する負荷力の作用点位置が前記ヘッドスラ

イダの重心であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれかに記載のヘッドスライダ。

【請求項 8】 請求項 1 から請求項 7 までのいずれかに記載のヘッドスライダと、

前記ヘッドスライダを固定するスライダ保持部と、前記スライダ保持部の他端を固定するビームとを有するサスペンションとからなることを特徴とするヘッド支持部。

【請求項 9】 記録媒体となるディスク状記録媒体と、前記ディスク状記録媒体を回転駆動する駆動手段と、ヘッドスライダとサスペンションとからなるヘッド支持部と、

前記ヘッド支持部を固定し、回転自在に軸支されたアームと、

前記アームを揺動する揺動手段とを具備し、

前記ヘッド支持部が請求項 8 に記載のヘッド支持部を用いたことを特徴とするディスク記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気ディスクや光磁気ディスク等のディスク状記録媒体に対して記録再生を行う情報変換素子を搭載したヘッドスライダおよびこれを用いたヘッド支持部並びにディスク記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ハードディスクや光ディスク等のディスク状記録媒体（以下、ディスクとよぶ）に対し記録再生を行うディスク記録再生装置（以下、ディスク装置とよぶ）の技術的進歩は著しく、従来のコンピュータ用だけでなく多くの分野で用途が拡大している。このようなディスク装置では、さらなる高密度記録化と、衝撃等の外乱を受けてもディスクやヘッドスライダが破損せず、安定して記録再生が可能で、携帯機器にも搭載可能な小型の装置が要求されている。

【0003】 図 6 は、従来のディスク装置の要部斜視図である。ディスク 2 は、主軸 1 に支持されて駆動手段 3 により回転駆動される。この駆動手段としては、例えばスピンドルモータが用いられる。記録再生を行う情報変換素子（図示せず）を有したヘッドスライダ 4 がサスペンション 5 に固定されてヘッド支持部 10 が構成され、このヘッド支持部 10 はアクチュエータアーム 6 に固定され、さらに、アクチュエータアーム 6 はアクチュエータ軸 7 に回転自在に取り付けられている。

【0004】 揺動手段 8 は、例えばボイスコイルモータが用いられ、アクチュエータアーム 6 を揺動させて、ヘッドスライダ 4 をディスク 2 の所定のトラック位置に移動させる。筐体 9 は、これらを所定の位置関係に保って保持している。

【0005】 図 7 は、サスペンション 5 とヘッドスライダ 4 とからなるヘッド支持部 10 の要部斜視図である。ヘッドスライダ 4 は、スライダ保持部 11 の先端部に設

けられた舌状部12に固着されている。また、スライダ保持部11の他端はビーム13に固着されている。スライダ保持部11は、例えばジンバルスプリングが用いられ、ヘッドスライダ4に対してピッチ動作およびロール動作が許容されるような構成を有している。ヘッドスライダ4のスライダ保持部11への固着は、例えば接着剤で接着することで行われ、スライダ保持部11のビーム13への固着は、例えば溶着により行われる。ビーム13の先端部にはヘッドスライダ4に荷重を付勢するピボット14があり、このピボット14を介してヘッドスライダ4に所定の荷重が付勢される。ピボット14を有するビーム13と、舌状部12を有するスライダ保持部11とからサスペンション5が構成され、さらに、ヘッドスライダ4を含んでヘッド支持部10が構成される。

【0006】このようなヘッド支持部10を用いて、回転するディスク2上で記録再生を行う場合、ヘッドスライダ4にはピボット14から加わる荷重、空気流によりディスク2から浮上するように働く正圧力、及びディスク2に接近するように働く負圧力の3つの力が作用し、これらの力の釣り合いによりヘッドスライダ4は浮上し、この浮上量を保った状態で揺動手段8を駆動して所定のトラック位置に位置決めしながら情報変換素子（図示せず）により記録再生が行われる。

【0007】しかしながら、上述した従来のディスク装置では外部からの衝撃が加わったときに、ヘッドスライダがディスクに衝突あるいは接触して、ヘッドスライダやディスクに摩耗や損傷を生じ、データの破壊や装置の破損に至ることがあった。このため、特開平9-153277号公報では、外部からの振動を受ける取付部材をもうけ、ディスク装置本体を柔構造の断熱支持部材を用いてこの取付部材に結合することで、外部振動が装置本体に伝わるのを防止することが示されている。これにより外部振動に対して強いディスク装置が実現されるが、装置全体が大型化してしまうため、小型軽量化を要求する携帯機器にはこのような装置は搭載し難い。

【0008】このため、ヘッドスライダやサスペンションあるいはアクチュエータアーム自体の耐衝撃性を向上させて、ディスク装置の小型化と耐衝撃性を同時に達成することが要求されている。特に、ヘッドスライダはディスクに対して微小な浮上量をもって対向しているもので、衝撃力が作用した場合に少なくともヘッドスライダやディスクに致命的な損傷が生じないようにすることが要求されている。しかし、耐衝撃性を向上するためにヘッドスライダの媒体対向面形状を工夫することは比較的少なく、多くはスキュー角変動や大気圧変動等に対して情報変換素子が設けられている空気流出端側の浮上量を安定化するための取組みが行われている。

【0009】特開平10-283622号公報に開示されたヘッドスライダでは、空気流出側に大きな正圧力を発生させる正圧発生部と負圧力を発生させる負圧発生部

を集中して設けて、空気流出側の空気膜剛性を大きくするヘッドスライダ構成が示されている。このような構成とすることにより、ヘッドスライダにピッチングが生じて浮上姿勢が変化した際に浮上量が変動しない点を焦点とし、この焦点の位置を情報変換素子が設けられている空気流出端部近傍とすることができる。これにより、スキュー角度の変動、大気圧変動、揺動に伴う外力変動、あるいは荷重変動が生じて、正圧力と負圧力の作用により情報変換素子近傍の浮上量はほとんど変化せず、安定な情報の記録あるいは再生を可能としている。

【0010】また、低浮上量を安定に実現するためのヘッドスライダ構造として、浮上量が変動しない位置を不動点とし、この不動点を空気流出端側に位置するように構成したヘッドスライダが特開平8-227514号公報に開示されている。すなわち、ディスク方向に付勢するような押付荷重が加えられ、ディスクの回転により生じる空気粘性流でヘッドスライダを浮上させるように作用する正圧力と、ヘッドスライダ面に形成された溝に空気が流入することで生じる負圧力とを発生するヘッドスライダにおいて、負圧力の発生中心位置を押付荷重の荷重作用点よりも空気流入側に位置させる構造である。

【0011】このような構造により、ヘッドスライダを上向きにするような外力（モーメント）が働いた場合に、負圧力がこの外力に対して抗するように作用するのでヘッドスライダの姿勢を安定に保つことができる。すなわち、ヘッドスライダを上向きに作用する外力が働いても、負圧力が外力に対抗するように作用し、情報変換素子が取り付けられているヘッドスライダの空気流出端側が実質的な釣り合いの回転中心、すなわち不動点となるので情報変換素子のディスク表面に対する距離はほとんど変化しないことが示されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 上述した2つの開示例では、情報変換素子を設けている空気流出端部の浮上量が変動しないように、不動点あるいは焦点がヘッドスライダの空気流出端部に位置するように媒体対向面を作成するとともに負荷力の作用点を配置している。これにより、スキュー角度や大気圧変動あるいは荷重変動等により浮上姿勢が変化しても、情報変換素子が設けられている空気流出端側の浮上量を安定化できる。しかしながら、このような変動量と外部から作用する衝撃力を比較すると、衝撃力の方がはるかに大きいため上述の開示例が衝撃力に対しても有効であるとはいえない。

【0013】すなわち、空気流出端部に不動点あるいは焦点が位置するようなヘッドスライダに対して大きな衝撃力が作用すると、ヘッドスライダが負のピッチ角、すなわち空気流入端部側の浮上量が空気流出端部側の浮上量に比べて逆に小さくなる状態、が生じることがある。このような状態が生じると、媒体対向面とディスク表面間に空気膜が形成できなくなり、まったく浮上しなくな

り、ヘッドスライダはディスクに衝突して破損に至ることがある。

【0014】また、第1の開示例は、スキュー角度等が変動しても浮上量が不動である点を焦点と定義し、この位置を空気流出端部に位置するような媒体対向面形状としたものであるが、ヘッドスライダに外部から衝撃力が作用したときの不動点が上記の焦点位置と一致するかどうかにについては述べられていない。

【0015】さらに、第2の開示例では、ヘッドスライダを上向きにするような回転モーメントに対しては、空気流出端側の浮上量の変動を抑制できるが、ディスク表面に対して上下方向、特にディスク表面に付勢するような下方に衝撃力が作用した場合には、わずかな衝撃力でディスク表面に衝突する可能性がある。

【0016】さらに、携帯機器に搭載されるディスク装置では、ディスクサイズの小型化と同時にディスク回転速度も小さくする必要があり、従来に比べてヘッドスライダの媒体対向面に流れる空気流速が小さくなる。このような低流速では、衝撃力によりヘッドスライダに負のピッチ角が発生すると、空気膜が形成できずディスクに衝突する可能性が非常に大きくなるが、上述の開示例ではこのような場合については全く開示されていない。

【0017】本発明は、ヘッドスライダに外部から衝撃力が作用したときに、ヘッドスライダがピッチ方向に回転するようにして耐衝撃性を高めたヘッドスライダと、これを用いたヘッド支持部並びにディスク装置を提供するものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明のヘッドスライダは記録と再生の少なくとも一方を行う情報変換素子を有するとともに、ディスクと対向し、ディスクが回転することにより生ずる空気動圧と、ディスク方向に付勢するような負荷力とを受けて、ディスク表面で浮上して情報変換素子により記録再生を行う基本構成を有し、さらにヘッドスライダに外部から衝撃力が作用したときに、ヘッドスライダの空気流出端部より外方で、ヘッドスライダをディスク方向に付勢する負荷力の作用点位置から所定の距離を有する位置を不動点として、ヘッドスライダが正のピッチ角度を保持した状態でピッチ方向に回転を生じせしめるように、ディスクと対向する媒体対向面を形成した構成を有する。

【0019】また、この不動点はヘッドスライダの媒体対向面とディスクとの間で生ずる空気膜の回転剛性と垂直方向の変位に対して回転する剛性との比で求めるものであり、このようなヘッドスライダを用いたヘッド支持部並びにディスク装置としたものである。

【0020】この構成により、ヘッドスライダに対して外部から衝撃力が加わってヘッドスライダとディスクとの間の空気膜が圧縮されたときに、空気流入側と空気流出側の空気膜のパネ剛性を媒体対向面から生じる所定の

値としているので、ヘッドスライダはピッチ角が小さくなるが、正の状態を維持して回転する。したがって、大きな衝撃力が作用しても、ヘッドスライダのディスク表面への衝突を防止できる、あるいは衝突するときのエネルギーを小さくしてヘッドスライダまたはディスクが損傷することを防止できる。この結果、高信頼性のヘッド支持部およびディスク装置を作製でき、大容量で小型・薄型のディスク装置を携帯機器に搭載することが可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明のヘッドスライダは、記録と再生の少なくとも一方を行う情報変換素子を有するとともに、ディスクと対向し、ディスクが回転することにより生ずる空気動圧とディスク方向に付勢するような負荷力とを受けて、ディスク表面で浮上して情報変換素子により記録再生を行う基本構成を有し、さらにヘッドスライダに外部から衝撃力が作用したときに、ヘッドスライダの空気流出端部より外方で、ヘッドスライダをディスク方向に付勢する負荷力の作用点位置から所定の距離を有する位置を不動点として、ヘッドスライダのピッチ角度が小さくなる方向で、かつ、正のピッチ角度を保持するような回転を生じせしめるようなディスクと対向する媒体対向面の形状とした構成を有する。

【0022】この構成により、ヘッドスライダに対して外部から衝撃力が加わってヘッドスライダとディスクとの間の空気膜が圧縮されたときに、空気流入側と空気流出側の空気膜のパネ剛性を媒体対向面から生じる所定の値としているので、ヘッドスライダはピッチ角が小さくなるが、正の状態を維持して回転する。このような空気膜のパネ剛性の設定は、媒体対向面の形状により自由に設定可能である。したがって、大きな衝撃力が作用しても、ヘッドスライダのディスク表面への衝突を防止できる、あるいは衝突するときのエネルギーを小さくしてヘッドスライダまたはディスクが損傷することを防止できる。

【0023】また、本発明のヘッドスライダは、不動点までの距離を L_o とし、ヘッドスライダの空気流方向の長さを L_s としたとき、 $0.5 < L_o / L_s \leq 2$ となるようにヘッドスライダの媒体対向面を形成した構成を有する。このような不動点の位置とすることによりヘッドスライダがディスク表面上で浮上中に、750Gから1000Gの範囲の衝撃加速度が加わっても、ヘッドスライダあるいはディスクが損傷することがないようにできる。

【0024】また、本発明のヘッドスライダは、不動点がヘッドスライダの媒体対向面とディスク状記録媒体との間で生ずる空気膜の回転剛性および垂直方向の変位に対して回転する剛性との比で求めるものである。これにより、ディスクの回転速度およびヘッドスライダの媒体対向面形状、質量等を決めれば不動点の位置を簡単に求

めることができ、耐衝撃性に優れた媒体対向面形状を得ることができる。

【0025】また、本発明のヘッドスライダは、媒体対向面に設けられた正圧発生部がヘッドスライダの空気流入端部から所定位置に空気流方向に対して直交するように形成された第1の正圧発生部と、ヘッドスライダの空気流方向に対して直角な幅方向の中央部で、空気流出端部から所定位置に形成された第2の正圧発生部とを備え、負圧発生部が第1の正圧発生部と第2の正圧発生部の中間であって、負圧力中心がヘッドスライダをディスク方向に付勢する負荷力の作用点位置より空気流出側に位置するように形成された構成を有している。

【0026】この構成により、空気流入側と空気流出側に設けた正圧発生部による正圧力が空気流出側で大きくなるようにしても、負圧発生部が負荷力の作用点よりも空気流出側に設けられているので、動作時に正のピッチ角を有する浮上姿勢を安定して実現できる。また、衝撃力が作用したときには、空気膜のパネ剛性が有効に作用してヘッドスライダがディスクに衝突するエネルギーを大幅に低減でき、ヘッドスライダあるいはディスクの損傷を防止できる。

【0027】さらに、本発明のヘッドスライダは、第1の正圧発生部と接続するようにヘッドスライダの幅方向の両側にサイドレールを設けた構成を有している。この構成により、耐衝撃性の向上と同時にヘッドスライダの幅方向の変動、すなわちロール角変動に対する安定性も向上できる。

【0028】さらに、本発明のヘッドスライダは、正圧発生部の表面を基準として、この正圧発生部表面より低く負圧発生部表面よりも高い中段面ではほぼ囲まれた領域に負圧発生部を設けた構成を有している。この構成により、負圧発生部領域と正圧発生部領域は、それぞれ独立して設計することができるので、不動点の位置を所定の外方の空間位置に容易に位置させることができる。

【0029】さらに、本発明のヘッドスライダは、このヘッドスライダをディスク方向に付勢する負荷力の作用点位置がヘッドスライダの重心である構成を有している。すなわち、負荷力がヘッドスライダの重量だけに限定される場合、あるいはピボットを介してサスペンションから加わる荷重がヘッドスライダの重心位置に重なるような構成とした場合である。この構成により、ヘッドスライダに衝撃力が加わったときに作用する慣性力はヘッドスライダの重心位置となるので、ヘッドスライダとサスペンションとの取り付け誤差等に起因する加工ばらつきが生じても、慣性力の作用点変化によるピッチ角変動が生じにくく、媒体対向面の設計の許容範囲を広げることが可能である。

【0030】また、本発明のヘッド支持部は、上記したヘッドスライダと、このヘッドスライダを固定するスライダ保持部と、このスライダ保持部の他端部が固定され

るビームとからなるサスペンションとを有した構成である。この構成により、ヘッドスライダをディスク表面に近づけるような衝撃力が作用しても、耐衝撃性の高いヘッド支持部とすることが可能である。

【0031】さらに、本発明のディスク装置は、記録媒体となるディスクと、ディスクを回転駆動する駆動手段と、上記のヘッド支持部と、このヘッド支持部を固定し、揺動手段の軸に回転自在に取り付けられるアームと、アームを揺動する揺動手段とを具備した構成を有している。

【0032】この構成により、耐衝撃性の大きなディスク装置が可能であり、携帯機器に搭載しても信頼性の高い機器を実現できる。

【0033】以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0034】（実施の形態）図1（A）および（B）に、本発明の第1の実施の形態のヘッドスライダのディスクに対向する面からみた斜視図と媒体対向面を示す。ヘッドスライダ20は略直方体形状の一面にディスクに対向する媒体対向面26が設けられている。この媒体対向面26は、正圧発生部21と、負圧発生部22を含む下段面22と、空気流入端から第1の正圧発生部21に接続するように形成された第1の中段面23と、第2の正圧発生部212から空気流入方向に延在するように設けられた第2の中段面24とからなる。

【0035】正圧発生部21は、第1の正圧発生部211と、この第1の正圧発生部211に接続するように幅方向の両側に形成されたサイドレール213と、空気流出側であって空気流方向である主軸方向に対し直交する幅方向の中心部に図示するような六角形状に形成された第2の正圧発生部212とからなる。なお、第1の正圧発生部211は、空気流入端から所定の位置に第1の中段面23の端部から連続して形成され、空気の流入方向に対して直交する部分とこの直交部分からそれぞれのサイドレール213に接続するための斜行部とから形成されている。下段面22は、第1の正圧発生部211、サイドレール213、および第2の中段面24とでほぼ囲まれた負圧発生部221と、サイドレール213よりも外方に位置するサイド下段面222と、空気流出側に設けられた空気流出側下段面223とからなる。情報変換素子25は、第2の正圧発生部212の空気流出端部に一体的に設けられている。

【0036】これらの加工は、ヘッドスライダの型成形や汎用の機械加工により作製することもできるが、より望ましくはウェットまたはドライ方式によるエッチング加工、さらに高精度で複雑な加工を行う場合にはレーザビーム照射による加工、イオン照射による加工等を用いることができる。

【0037】本第1の実施の形態ではイオン照射による加工方式を用いて、正圧発生部21と、第1の中段面2

3および第2の中段面24との段差を $0.08\mu\text{m}$ 、正圧発生部21と負圧発生部221を含む下段面22との段差を $1.0\mu\text{m}$ とした。なお、ヘッドスライダ20の全体の形状としては、空気流方向長さ、この空気流方向に直角な幅方向長さ、および厚さが、それぞれ 1.24mm 、 1.00mm 、および 0.3mm である。

【0038】さらに、本第1の実施の形態のヘッドスライダとの比較のため、図8(A)、(B)に示す形状のヘッドスライダも試作した。なお、図1(A)、(B)に示した要素と同一機能および名称については同一符号を付しているため、説明は省略する。図8において、

(A)に示したヘッドスライダを比較例1、(B)に示したヘッドスライダを比較例2とよぶことにする。比較例1のヘッドスライダ70は、空気流入側に中央部が分離された第1の正圧発生部71と、空気流出側で第2の中段面74に取り囲まれるように形成された第2の正圧発生部72と、この第1の正圧発生部71と第2の正圧発生部72との間に設けられた負圧発生部221を備えている。第1の正圧発生部71は、空気流入端から延在された第1の中段面73と接続するとともに、幅方向にサイドレールを有しL字形をした第3の中段面75に接続されている。第2の正圧発生部72は、空気流出側に設けられた第2の中段面74に取り囲まれており、この第2の正圧発生部72の空気流出端部に情報変換素子25が形成されている。負圧発生部221は、第1の中段面73、第2の中段面74、第3の中段面75、および第1の正圧発生部71とで取り囲まれている。ヘッドスライダ70の幅方向の両側部にはサイド下段面222があり、空気流出側の両側には空気流出側下段面223が、実施の形態1のヘッドスライダ20と同様に設けられている。

【0039】また、比較例2のヘッドスライダ80は、コ字状に形成された第3の中段面82と、この第3の中段面82と同一平面である第1の中段面23とにより挟まれるように形成されたストライプ状の第1の正圧発生部81が設けられ、負圧発生部221は第3の中段面82に連続して、しかもその面積も小さく形成されている。これ以外は、実施の形態1のヘッドスライダ20と同一形状である。

【0040】このような本第1の実施の形態のヘッドスライダ20と、比較例1および比較例2のヘッドスライダ70、80について、空気膜剛性から不動点を求めるとともに、ディスク方向に近づくような衝撃力が作用したときにディスクに接触するときの最大衝撃力を求め、耐衝撃性を評価した。なお、この耐衝撃性の評価では、ヘッドスライダとスライダ保持部とを含めた等価質量を 8mg 、サスペンションからの負荷力を 2gf 、ディスク回転数 4500rpm 、ディスク半径 6mm 位置でスキュー角が -5 度として求めた。

【0041】さらに、空気膜剛性から求める不動点につ

いて、図2を用いて説明する。ヘッドスライダ30がディスク2上でピッチ角 θ 、空気流出端部での浮上量 X_t で浮上している状態を実線で示し、ヘッドスライダ30に衝撃力 F が作用して垂直方向の変位 x 、ピッチ方向の角度変位 θ で変位した状態のヘッドスライダ30aを一点鎖線で示している。不動点Gは図に示すように、定常浮上状態のヘッドスライダ30と衝撃を受けて変位した後のヘッドスライダ30aのそれぞれの延長線の交点で示される。負荷力の作用点P1はヘッドスライダ30の空気流方向の中心であり、図示しないサスペンションからの荷重もこの部分に加わる。

【0042】ヘッドスライダ30の媒体対向面の中心位置は、定常浮上状態のP1から変位後のP2の位置まで、不動点Gを中心として回転する。このときの作用点P1から不動点Gまでの距離 L_0 は、 θ が非常に小さいので $\cos\theta \approx 1$ とみなしてもよいことから(1)式で求められる。

【0043】

【数1】

$$L_0 = \frac{x}{\theta} \quad (1)$$

【0044】一方、外部からの衝撃力 F に対する変位を、負荷力の作用点P1周りの回転と、作用点位置のディスク方向への並進運動とすると、ヘッドスライダ30への負荷力の作用点P1を基準としてディスク2に垂直な方向の変位を x 、回転を θ として次式であらわされる。

【0045】

【数2】

$$\begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ \theta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F \\ 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

【0046】ここで、 k_{11} 、 k_{12} 、 k_{21} 、および k_{22} はヘッドスライダ30の空気膜の剛性係数であり、 k_{11} は垂直剛性、 k_{22} は回転剛性、 k_{12} と k_{21} はヘッドスライダ30がディスク2に垂直な方向に運動したときに発生する回転方向の力の係数と回転運動により発生する垂直方向の力の係数である。この式を変形することで(3)式が得られる。

【0047】

【数3】

$$\begin{pmatrix} x \\ \theta \end{pmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{pmatrix} k_{22} & -k_{12} \\ -k_{21} & k_{11} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F \\ 0 \end{pmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{pmatrix} k_{22}F \\ -k_{12}F \end{pmatrix} \quad (3)$$

【0048】したがって、不動点の距離 L_0 は(1)式と(3)式とから(4)式のように空気膜の回転剛性 k_{22} と回転運動により発生する垂直方向の力の係数 k_{21} の比として求められる。

【0049】

【数4】

$$L_0 = \frac{x}{\theta} = -\frac{k_{22}}{k_{21}} \quad (4)$$

【0050】上記の剛性係数 k_{22} と k_{21} とは、ヘッドスライダの媒体対向面の形状、ディスク回転速度、等価質量等が決めれば一義的に求められ、この値から不動点までの距離を規定することができる。

【0051】上記の剛性係数の比から不動点Gまでの距離 L_o を求め、ヘッドスライダの長さ L_s に対して正規化した L_o/L_s と耐衝撃性の結果とを表1に示す。なお、ヘッドスライダの長さ L_s はディスク表面に平行な長さであり、実際のヘッドスライダの長さとは異なるが、 θ_p が非常に小さく $\cos \theta_p \approx 1$ とみなせるので実質的には同一と見てもよい。

【0052】

【表1】

	L_o/L_s	耐衝撃値: G
第1の実施例	0.9	1000
比較例1	3.6	260
比較例2	0.45	570

【0053】表1からわかるように、本第1の実施の形態のヘッドスライダ20では、 L_o/L_s の値が0.9であり、耐衝撃値は約1000Gであった。一方、比較例1のヘッドスライダ70では、 L_o/L_s の値が3.6で、耐衝撃値は約260Gであり、比較例2のヘッドスライダ80では、 L_o/L_s の値が0.45で、耐衝撃値が約570Gであった。このような結果について、図3に示す模式図を用いて説明する。(A)に示す本第1の実施の形態のヘッドスライダ20は、ディスク表面に対して空気流入端部と空気流出端部がそれぞれZ1とX1の浮上隙間をもって浮上している。この状態でヘッドスライダ20に衝撃力Fが作用すると、ヘッドスライダ20aで示す位置に変位するが、このときに空気流入端側の浮上隙間の変位量に比べて空気流出端側は小さな変位しか生じない。衝撃力Fよりさらに大きな衝撃力が作用するとヘッドスライダ20bに示す位置に変位するが、このような状態でもヘッドスライダは正のピッチ角を維持しているため、空気膜が破られることはなく、空気膜はパネとして作用するので衝突を防止できる。あるいは衝突しても、衝突のエネルギーが小さいので損傷を生じ難い。これは本第1の実施の形態のヘッドスライダ20では、不動点までの距離 L_o がヘッドスライダの長さとはほぼ同じ長さとなる空間に位置するように、ヘッドスライダの媒体対向面を形成したことによる。

【0054】図3(B)に比較例1のヘッドスライダ70の模式図を示すが、比較例1のヘッドスライダ70に衝撃力Fが作用するとヘッドスライダ70aに示す位置に変位する。このように変位するのは、不動点G2がヘッドスライダ70の長さ L_s に比べて3.6倍遠くの空間に位置しているためである。すなわち、このような不動点位置では、衝撃力Fが作用したときにピッチ方向の回転がほとんど生じず、ほぼ上下方向の変動となり、このため比較的小さい衝撃力で空気流出端部がディスクに衝突

する。

【0055】図3(C)には比較例2のヘッドスライダの模式図を示す。比較例2のヘッドスライダ80では L_o/L_s 比が0.45であり、不動点G3は空気流出端部よりやや作用点側に位置することになる。したがって、衝撃力Fが作用してヘッドスライダ80aで示す位置に変位してもディスクに衝突することがなく、比較例1のヘッドスライダ70に比べると耐衝撃性が向上する。しかし、さらに衝撃力が加わるとヘッドスライダ80bで示すように、空気流入側の浮上隙間が空気流出側の浮上隙間に比べて小さくなり、空気膜が形成されなくなる。このような現象が生じると浮上力がなくなり、ヘッドスライダ80はディスク2の表面に衝突して、ヘッドスライダ80あるいはディスク2を破損してしまう。空気流入側の浮上隙間が空気流出側に比べて小さくなる耐衝撃値は、媒体対向面の形状だけでなく、回転速度のばらつきやスキュー角度の変動、あるいは荷重変動等によっても異なり、また、浮上隙間が小さくなると急激に破損に至るので、耐衝撃値のばらつきが大きくなる。

【0056】このような L_o/L_s 値と耐衝撃値との関係について、さらに種々の媒体対向面形状のヘッドスライダに対して求めた。図4では3種類の媒体対向面形状を示す。図1に示した要素および機能と同一名称については、同一符号を付しているため説明は省略する。図4(A)のヘッドスライダ40(以下、タイプAとする)は、空気流入側から延在された第1の中段面23と、幅方向の両側部にサイドレールを有する第3の中段面42とにより挟まれたストライプ状の第1の正圧発生部41を有している。図1に示す第1の実施形態のヘッドスライダ20と異なる点は、第1の正圧発生部41がストライプ状であり、かつ、空気流入側に近い位置に幅広に形成されていることであり、負圧発生部221は主として第3の中段面42で囲まれていることである。したがって、第1の正圧発生部で生じる正圧力は、図1に示すヘッドスライダ20に比べてやや空気流入側に位置するようになる。

【0057】また、図4(B)のヘッドスライダ50(以下、タイプBとする)は、第1の正圧発生部51が第1の中段面23とコ字状に形成された第3の中段面52とで挟まれたストライプ形状であり、負圧発生部221は第3の中段面52で囲まれた領域に形成されているが、その他は図1に示すヘッドスライダ20と同一形状である。タイプB50では、したがって図1に示すヘッドスライダ20に比べて第1の正圧発生部51で生じる正圧力がやや空気流入側に位置し、かつ、この部分の空気膜剛性はやや小さくなる。

【0058】さらに、図4(C)のヘッドスライダ60(以下、タイプCとする)は、第1の正圧発生部61を空気流入側によせて負圧発生部221の領域を大きくするとともに、両サイドに設けるサイドレールを途中から

第3の中段面62としているが、それ以外については図1に示すヘッドスライダ20と同一形状である。したがって、第1の正圧発生部61で生じる正圧力は図1に示すヘッドスライダ20に比べてやや空気流入側に位置するとともに、負圧発生部221で発生する負圧力もやや空気流入側に位置するようになる。

【0059】これら3種類のヘッドスライダのLo/Ls値と耐衝撃値とを表2に示す。

【0060】

【表2】

	Lo/Ls	耐衝撃値:G
タイプA	0.7	900
タイプB	1.6	870
タイプC	1.8	800

【0061】表からわかるように、Lo/Ls値が0.7から1.8の範囲にあり、その時の耐衝撃値は800Gから900Gであった。

【0062】図5は、このような媒体対向面形状を有するヘッドスライダを用いて、Lo/Ls値と耐衝撃値との関係を求めた結果である。図5からわかるように、Lo/Ls値が0.5以下では耐衝撃値が急激に低下するだけでなく、この領域では耐衝撃値のばらつきも増加する。これは上述したように、不動点の位置がヘッドスライダの空気流出端より内側になると、空気流入端の浮上隙間が逆に小さくなることが生じてしまうためである。したがって、Lo/Ls値は0.5より大きいことが望ましい。一方、Lo/Ls値が1以上ではほぼ直線的に耐衝撃値が減少していく。携帯機器にディスク装置を搭載するために要求される耐衝撃値としては750G以上とすることが必要であり、Lo/Ls値としては2以下とすることが望ましい。以上のような結果から、Lo/Ls値は0.5より大きく、2以下の範囲となるような媒体対向面形状を有するヘッドスライダで携帯機器に搭載可能なディスク装置を実現できる。

【0063】なお、本実施の形態ではサスペンションから負荷力を加える場合について説明したが、本発明はヘッドスライダ自体の質量のみが負荷力として作用する構成でもよく、この場合には負荷力の作用点は重心と一致する。また、サスペンションからの負荷力がヘッドスライダの重心と異なる位置に作用する場合でもよく、その時には負荷力の作用点はサスペンションからの負荷力とヘッドスライダの重心との釣り合いの位置とすればよい。

【0064】また、本実施の形態では、スライダの運動をディスクに垂直な方向とピッチ方向の二つの運動として不動点の位置を求めるようにしたが、さらにロール方向の運動を付け加えた下記式で求めるようにしてもよい。

【0065】

【数5】

$$\begin{pmatrix} x \\ \theta \\ \varphi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

【0066】

【発明の効果】以上のように、本発明はヘッドスライダは外部から衝撃力が作用したときに、ヘッドスライダの空気流出端部より外方で、ヘッドスライダをディスク方向に付勢する負荷力の作用点位置から所定の距離を有する位置を不動点として、ヘッドスライダが正のピッチ角度を保持した状態でピッチ方向に回転を生じせしめるように、ディスクと対向する媒体対向面を形成した構成を有する。また、この不動点はヘッドスライダの媒体対向面とディスクとの間で生ずる空気膜の回転剛性と垂直方向の変位に対して回転する剛性との比で求めるものであり、このようなヘッドスライダを用いたヘッド支持部並びにディスク装置としたものである。

【0067】この構成により、ヘッドスライダがディスク上を浮上しているときに大きな衝撃力が作用しても、ヘッドスライダのディスク表面への衝突を防止できる、あるいは衝突するときのエネルギーを小さくしてヘッドスライダまたはディスクが損傷することを防止できる。この結果、高信頼性のヘッド支持部およびディスク装置を作製でき、大容量で小型・薄型のディスク装置を携帯機器に搭載することができるという大きな効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)本発明の第1の実施の形態のヘッドスライダの媒体対向面から見た斜視図 (B)本発明の第1の実施の形態のヘッドスライダの媒体対向面から見た平面図

【図2】ヘッドスライダに衝撃力が作用する前後のヘッドスライダの変位と不動点距離を説明するための模式図

【図3】(A)本第1の実施の形態でヘッドスライダに衝撃力が作用したときの浮上状態の変動を説明するための模式図

(B)比較例1のヘッドスライダに衝撃力が作用したときの浮上状態の変動を説明するための模式図

(C)比較例2のヘッドスライダに衝撃力が作用したときの浮上状態の変動を説明するための模式図

【図4】(A)本実施の形態の別の媒体対向面を有するヘッドスライダの媒体対向面から見た平面図

(B)本実施の形態のさらに別の媒体対向面を有するヘッドスライダの媒体対向面から見た平面図

(C)本実施の形態のまた別の媒体対向面を有するヘッドスライダの媒体対向面から見た平面図

【図5】Lo/Ls値と耐衝撃値との関係を示す図

【図6】従来のヘッドスライダおよび本発明のヘッドスライダを搭載したヘッド支持部を用いて構成したディスク装置の要部斜視図

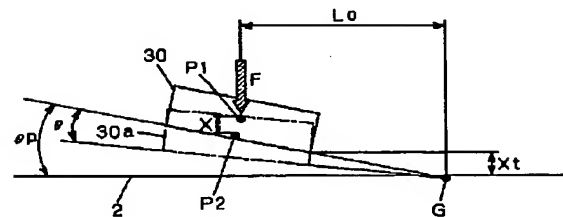
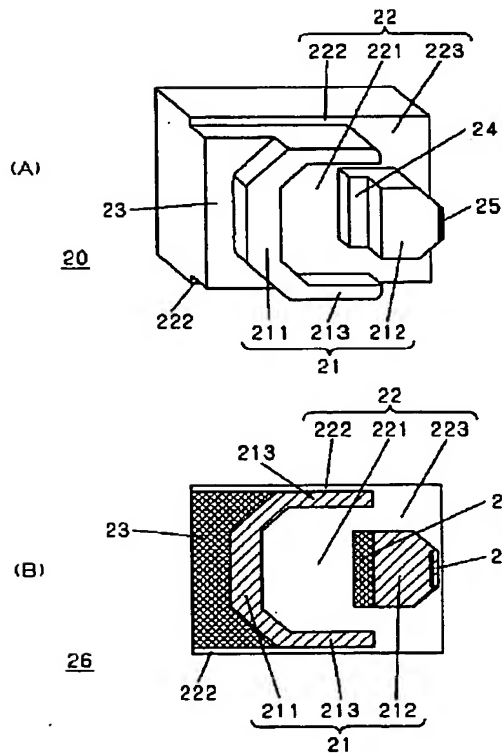
【図8】本発明のヘッドスライダの媒体対向面形状と比較のために用いたヘッドスライダの媒体対向面を示す平面図

1 主軸

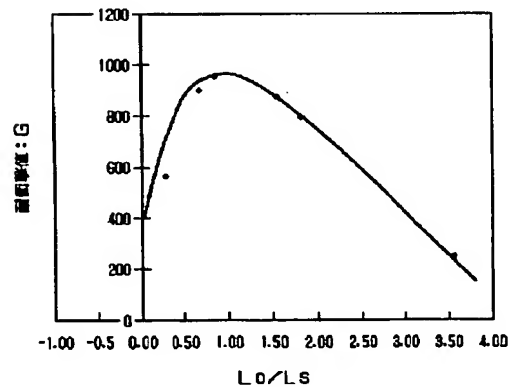
- 2 ディスク
- 3 駆動手段
- 4, 20, 30, 30a, 40, 50, 60, 70, 70a; 70b, 80, 80a, 80b, 100 ヘッド
スライダ
- 5 サスペンション
- 6 アクチュエータアーム
- 7 アクチュエータ軸
- 8 揺動手段
- 9 筐体
- 10 ヘッド支持部

- 1 1 スライダ保持部
- 1 2 舌状部
- 1 3 ビーム
- 1 4 ビボット
- 2 1 正圧発生部
- 2 2 下段面
- 2 3, 7 3 第1の中段面
- 2 4, 7 4 第2の中段面
- 2 5 情報変換素子
- 2 6 媒体対向面
- 4 1, 5 1, 7 1, 6 1, 8 1, 2 1 1 第1の正圧発生部
- 4 2, 5 2, 6 2, 7 5, 8 2 第3の中段面
- 7 2, 2 1 2 第2の正圧発生部
- 2 1 3 サイドレール
- 2 2 1 負圧発生部
- 2 2 2 サイド下段面
- 2 2 3 空気流出側下段面

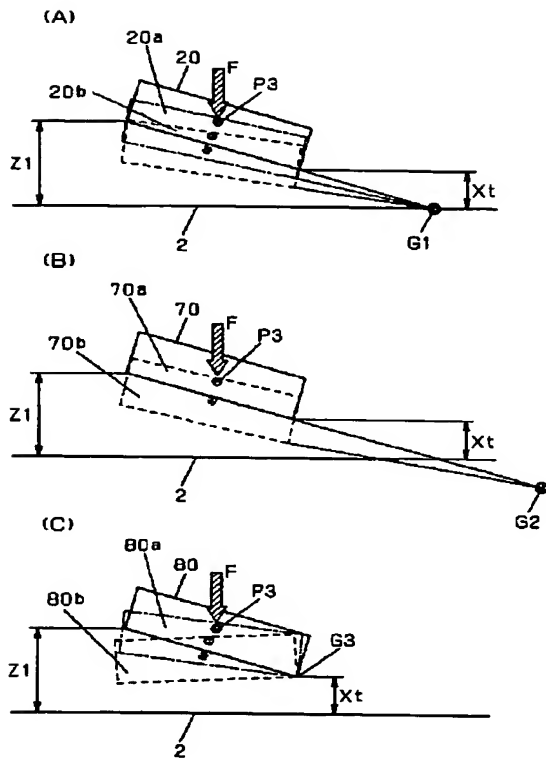
【図 2】



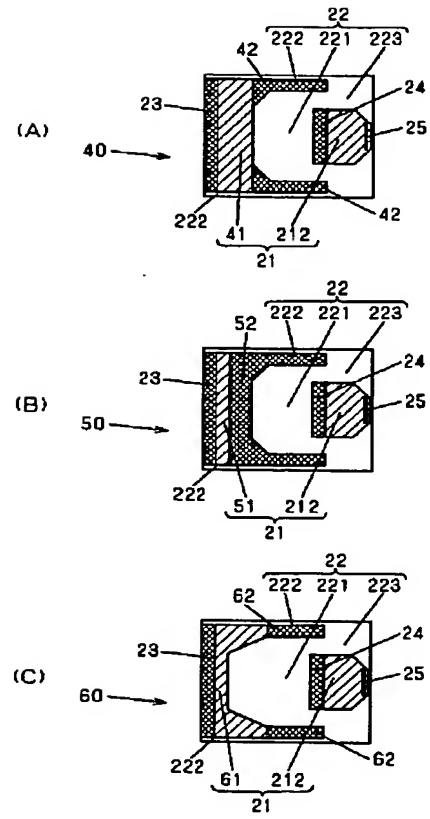
【図5】



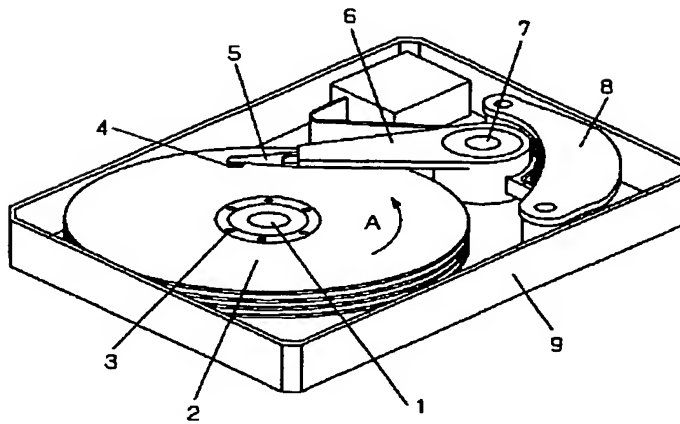
【図3】



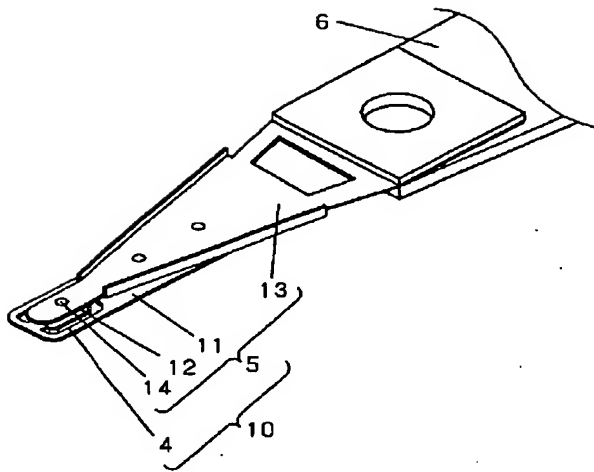
【図4】



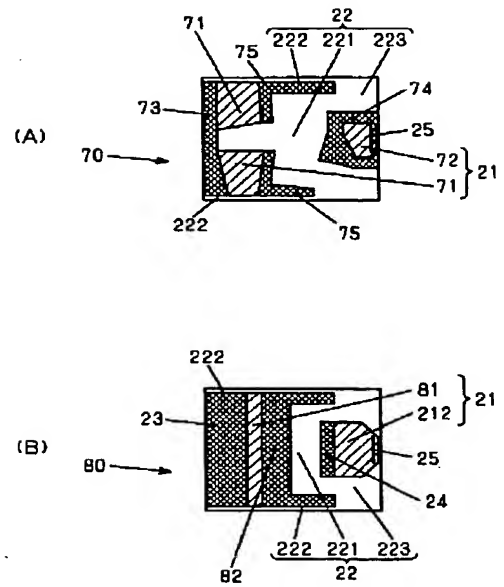
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72) 発明者 稲垣 辰彦
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 5D042 NA02 PA01 PA05 QA02
5D059 AA01 BA01 CA14 DA24 DA26
EA02

This Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)